

## RANCANG BANGUN ROBOT PEMADAM API MENGUNAKAN KOMUNIKASI I2C

Eko Sulistyo<sup>1</sup>  
[sulistyo.eko@gmail.com](mailto:sulistyo.eko@gmail.com)  
Polman Negeri Babel

### ABSTRAK

Dalam pembuatan robot pemadam api dibutuhkan perancangan terhadap kemampuan pergerakan robot, sehingga performa pergerakan robot dapat diperoleh dengan baik. Salah satu kendala dalam pergerakan robot adalah proses pengiriman data sensor yang sekarang masih menggunakan komunikasi USART sehingga menghasilkan proses pengiriman data yang tidak stabil. Metodologi penelitian yang dipakai dalam penelitian ini adalah merancang pergerakan robot dengan mengganti komunikasi data USART menjadi komunikasi I2C supaya kinerja robot lebih baik. I2C merupakan sistem komunikasi dua arah yang menggunakan dua kabel sebagai media transmisinya, dengan I2C dapat memperkecil jalur PCB, serta dapat mempercepat proses pengiriman data sensor antar microcontroller. Dari hasil ujicoba robot pemadam api yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan komunikasi I2C data yang dihasilkan pada robot lebih stabil dan pergerakan robot pemadam api lebih baik dari pada menggunakan komunikasi data USART. Waktu yang ditempuh robot dalam untuk 1 kali lintasan dengan menggunakan komunikasi I2C lebih baik daripada menggunakan komunikasi USART, dengan perbandingan 1:1,3 dan tingkat keberhasilan robot dalam memadamkan api sekitar 70%.

**Kata kunci:** I2C, USART, microcontroller, robot, sensor.

### I. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di bidang robotika saat ini sudah semakin berkembang baik di bidang pendidikan, industri, maupun hiburan. Bahkan sekarang ini sudah banyak kompetisi di bidang robotika yang melibatkan kalangan pelajar dan mahasiswa baik di Indonesia maupun di luar negeri. Hal ini menunjukkan bahwa perkembangan teknologi di bidang robotika sudah sangat meningkat.

Pengembangan robotika khususnya dalam ruang lingkup PolmanBabel adalah hal yang melatar belakangi penulis untuk memilih tema ini. Polman Babel merupakan salah satu perguruan tinggi yang selalu mengikuti ajang Kontes Robot Indonesia (KRI). Pada ajang KRI ini terdapat beberapa divisi yang diperlombakan diantaranya Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI), Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) Beroda dan Berkaki, Kontes Robot Seni Indonesia (KRSI), Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI). Berbagai prestasi pun sudah terukir khususnya untuk wilayah regional Sumatera. Akan tetapi, prestasi ini baru dicapai oleh tim robot PolmanBabel untuk divisi Kontes Robot ABU Indonesia (KRAI) pada tahun 2007 sampai 2014, Kontes Robot Seni Indonesia (KRSI) pada tahun 2013 dan 2014 dan Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI) pada tahun 2011. Sedangkan untuk

Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) tim robot PolmanBabel masih belum mampu bersaing. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya kurangnya pengembangan dan penelitian untuk sistem kontrol robot, salah satunya sistem komunikasi yang digunakan robot untuk mengakses data dari sensor serta pengolah data ke dalam sebuah perintah pergerakan.

Untuk sistem kontrol pada robot pemadam api yang digunakan untuk KRPAI dibutuhkan pengolahan data yang sangat cepat agar pergerakan robot dalam menghadapi rintangan dan mendeteksi keberadaan api lebih stabil. Sedangkan pada sistem yang sebelumnya digunakan masih terbilang lambat dalam pengolahan data dari sensor, hal ini sangat berpengaruh pada respon robot dalam menerima perintah pergerakan. Contohnya pada pergerakan robot di tikungan 90<sup>0</sup> pada arena KRPAI masih sering menabrak dinding pembatas arena hal ini akan mengurangi poin yang sudah didapatkan. Untuk melewati itu diperlukan suatu sistem kontrol dan sistem navigasi yang baik. Untuk itu dalam penelitian ini penulis akan menerapkan sistem komunikasi berbasis I2C (Inter Integrate Circuit) pada sistem kontrol robot KRPAI Beroda untuk meningkatkan akses pengolahan data pada robot. Sehingga penelitian ini dapat membantu

menyelesaikan permasalahan yang selama ini menjadi penghambat bagi tim robot PolmanBabel untuk lebih baik.

## II. Teori Penunjang

Pada bab ini akan membahas mengenai teori penunjang dan teori dasar dari komponen-komponen sistem yang digunakan dalam perencanaan dan pembuatan robot pemadam api.

### A. Sensor Ultrasonic SRF04

Untuk robot *wall follower* penentuan jarak atau posisi robot terdapat rintangan sangat diperlukan, sensor jarak yang dapat digunakan salah satunya yaitu sensor *ultrasonic*. Modul ultrasonic SRF04 ditunjukkan pada Gambar 1 merupakan pemancar dan penerima gelombang ultrasonic. Microcontroller akan memberikan trigger untuk mengaktifkan modul ultrasonic SRF04. Apabila terdapat objek di sekitar robot dalam waktu tertentu, gelombang ultrasonic akan dipantulkan kembali dan modul sensor *ultrasonicSRF04* akan menerima pantulan gelombang tersebut. Selanjutnya modul *ultrasonicSRF04* akan mengirim sinyal kembali ke *microcontroller*. *Microcontroller* memproses data dan menghasilkan tegangan *output*. Waktu yang dibutuhkan modul sensor *ultrasonicSRF04* dari pengirim gelombang sampai penerimaan pantulan gelombang *ultrasonic*, dapat ditentukan dari jarak antar robot terhadap penghalang. Modul sensor *ultrasonicSRF04* ini dapat mengukur jarak antara 3 cm sampai 300 cm.



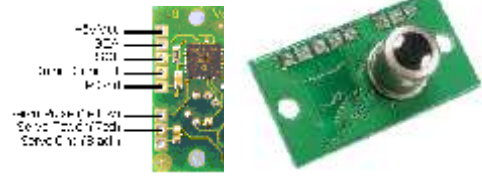
Gambar 1 Sensor Ultrasonic SRF04[3,7]

### B. Sensor Thermal Array TPA81

Modul sensor *thermal array TPA81* seperti pada Gambar 2 merupakan sensor yang membaca radiasi panas. Sensor ini digunakan untuk mendeteksi infra merah pada panjang gelombang  $2\mu\text{M}$  sampai  $22\mu\text{M}$ , yang merupakan panjang gelombang dari radiasi panas.

Sensor ini dapat mengukur suhu pada 8 titik yang berdekatan secara bersamaan, dan dapat mendeteksi api lilin pada jarak 2 meter dengan tidak terpengaruh oleh cahaya luar.

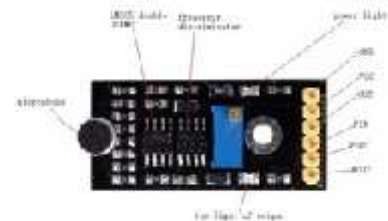
Secara keseluruhan sensor ini memiliki sudut horisontal sebesar  $41^\circ$  dan sudut vertikal  $6^\circ$ .



Gambar 2 Sensor Thermal Array TPA81[3,6]

### C. Sensor Sound Activation

Modul sensor *sound activation* ditunjukkan pada Gambar 3 merupakan sensor pendeteksi suara dengan frekuensi yang bisa diatur. Dalam kasus ini frekuensi suara yang digunakan untuk mengaktifkan robot yaitu 3800 Hz sehingga hanya suara dengan frekuensi 3800 Hz saja yang dapat dideteksi selain dari frekuensi tersebut tidak bisa untuk mengaktifkan robot. *Range* frekuensi yang dapat dideteksi oleh modul ini yaitu dari 300Hz sampai 20KHz dengan jarak suara dari 0 meter sampai 5 meter dengan tegangan kerja 5 VDC



Gambar 3 Modul Sensor Sound Activation[4]

### D. Komunikasi Berbasis I2C

Pada penelitian ini penulis menggunakan sistem kontrol berbasis I2C yang merupakan singkatan dari *Inter Integrate Circuit*. I2C adalah standar komunikasi *serial* dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk pengontrolan IC. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C *Bus* dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai *transfer* data pada I2C *Bus* dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer* data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati *master*.

Sinyal *Start* merupakan sinyal untuk memulai semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari "1" menjadi "0" pada saat SCL "1". Sinyal *Stop* merupakan sinyal untuk mengakhiri semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA

dari “0” menjadi “1” pada saat SCL “1”. Kondisi sinyal *Start* dan sinyal *Stop*.

Sinyal dasar yang lain dalam I2C *Bus* adalah sinyal *acknowledge* yang disimbolkan dengan ACK. Setelah *transfer data* oleh *master* berhasil diterima *slave*, *slave* akan menjawabnya dengan mengirim sinyal *acknowledge*, yaitu dengan membuat SDA menjadi “0” selama siklus *clock* ke-9. Ini menunjukkan bahwa *Slave* telah menerima 8 *bit* data dari *Master*. (Retna Prasetia dan Catur Edi Widodo, 2004). Fitur utama I2C adalah sebagai berikut:

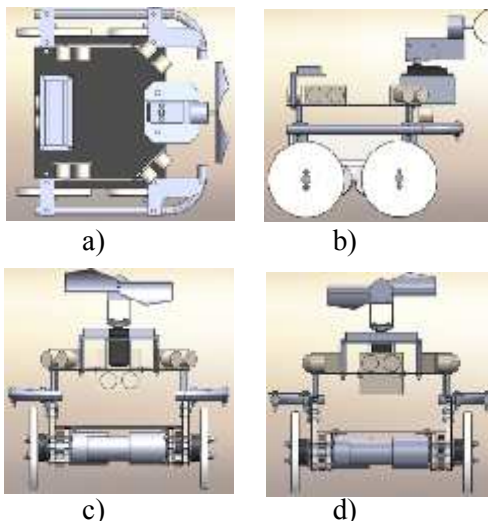
- Hanya melibatkan 2 kabel yaitu *serial data line* (SDA) dan *serial clock line* (SCL).
- Setiap IC yang terhubung dalam I2C memiliki alamat masing-masing yang dapat diatur secara *Software* dengan *master/slave protocol* yang sederhana, dan mampu mengakomodasikan *multi master*.
- I2C merupakan *serial bus* dengan orientasi *data 8 bit*, komunikasi 2 arah, dengan kecepatan transmisi data sampai 100Kb/s pada *mode* standar dan 3,4 Mb/s pada *mode* kecepatan tinggi.

### III. Perancangan Alat

Pada tahap ini akan dibahas perancangan alat mulai dari desain mekanik, desain elektronik, serta desain *software*. Perancangan alat dibuat secara bertahap dimulai dari desain mekanik, setelah selesai maka dilanjutkan dengan desain rangkaian elektronik atau *hardware*, dan tahap akhir adalah desain *software*.

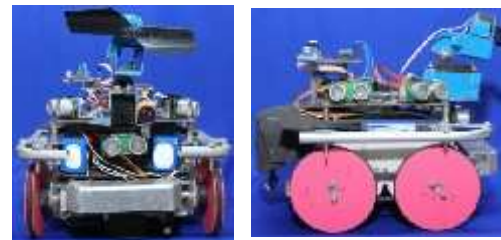
#### A. Perancangan Mekanik

Perancangan konstruksi robot pemadam api seperti terlihat dalam gambar 4, berbentuk seperti mobil yang memiliki 4 roda.



Gambar 4. Desain konstruksi robot pandangan a) atas b) samping c) depan d) belakang

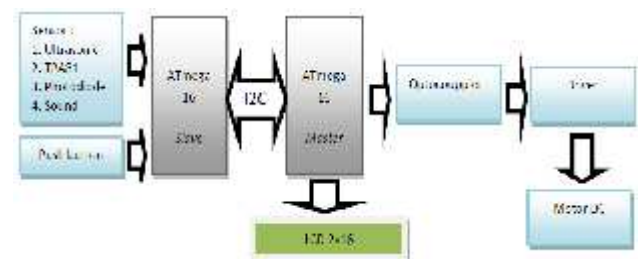
Roda bagian depan 2 dan dibagian belakang 2 yang di gerakan oleh 2 buah motor DC (direct current) dengan media transmisi antara motor DC ke poros roda berupa roda gigi sedangkan antara roda ke roda berupa timing belt. Serta terdapat satu buah kipas yang digerakan oleh motor DC untuk memadamkan api lilin. Dari hasil perancangan, dibuat konstruksi robot dengan hasil seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Kontruksi robot [3]  
a) pandangan depan b) pandangan samping

#### B. Perancangan Hardware Elektrik

Desain hardware elektrik didesain dengan blok diagram seperti pada gambar 6.



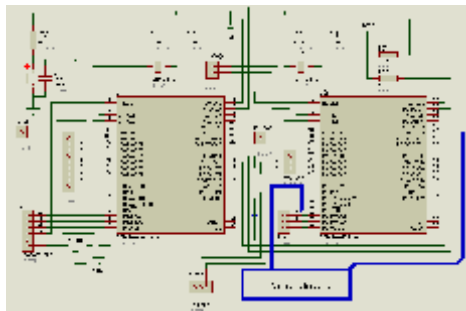
Gambar 6. Blok diagram desain hardware elektrik

Desain hardware elektrik robot ini berupa tiga buah IC microcontroller ATmega 16, Lima buah sensor ultrasonic SRF04 dan satu buah SRF05, sensor thermal array, sound activation, sensor optic, LCD 2x16, dan modul EMS 30A H-Bridge sebagai driver motor DC. Dari tiga IC microcontroller ATmega 16 yg digunakan dua di antaranya akan dihubungkan menggunakan komunikasi I2C dimana satu IC microcontroller ATmega 16 akan di fungsikan sebagai IC master yang akan terhubung ke aktuator, dan satunya akan di fungsikan sebagai slave yang akan di hubungkan ke sensor dan IC microcontroller ATmega 16 yang ketiga untuk menggerakan motor servo untuk mengatur posisi kipas pemadam api

Pada Gambar 7 adalah desain Rangkaian Minimum Sistem Atmega16 untuk robot. Pin yang digunakan untuk untuk komunikasi I2C



yaitu pin SCL dan SDA pada PORTC.0 (pin 22) dan PORTC.1 (pin 23) pada microcontroller slave (kanan) dan dihubungkan ke pin SCL dan SDA pada PORTC.0 (pin 22) dan PORTC.1 (pin 23) pada microcontroller master (kiri).



Gambar 7. Desain Rangkaian Minimum Sistem Atmega16 KRPAl



Gambar 8. Minimum Sistem Atmega16 KRPAl[1,2]

## B. Perancangan Software

Pada tahap ini disusun program-program yang dibutuhkan robot untuk melakukan navigasi ruangan, mendeteksi posisi api dan melewati rintangan-rintangan yang terdapat di arena. Serta mengkoneksikan rangkaian kontrol dan sensor-sensor yang digunakan agar data pada sensor dapat diolah untuk pergerakan-pergerakan robot.

## IV. Hasil Dan Pembahasan

Setelah tahap perancangan alat selesai tahap berikutnya yaitu pengujian alat. Pada tahap ini hardware dan *software* akan diuji.

### A. Pengujian Sensor Ultrasonik SRF04

Pengujian dilakukan dengan menggunakan rangkaian minimum sistem dimana hasil pembacaan sensor ultrasonik tersebut ditampilkan pada LCD 2x16. Dalam pengujian ini Sensor Ultrasonik SRF04 dihadapkan tegak lurus pada suatu halangan pada jarak tertentu. Dan hasil pembacaannya akan dicocokkan dengan pengukuran sebenarnya menggunakan alat ukur. Adapun yang diuji dalam sensor SRF04 berjumlah 6 yaitu: depan, depan kanan,

depan kiri, belakang, belakang kanan, belakang kiri.

Untuk memperoleh data jarak dibutuhkan rumus-rumus, metode pengambilan data yang berulang kali untuk mendapatkan perhitungan jarak yang tepat dengan error seminimal mungkin. Agar pembacaan jarak menjadi akurat maka digunakan metode dan program berikut ini:

```
#define t_sonic_depan          PORTC.5
#define e_sonic_depan          PINC.6
PORTC=0x5C;
DDRC=0x20;
void sonic_depan(void)
{
  t_sonic_depan=1; //Memberikan Trigger High
  delay_us(10);    //tunda 10 microsecond
  t_sonic_depan=0; //Memberi Trigger Low
  while(e_sonic_depan==0); //Menunggu Pulsa High
  TCNT1 = 0;           //Mereset nilai timer
  pulsa[0] = 0;        //Meriset variabel pulsa[0]
  while(e_sonic_depan==1); //Menunggu Pulsa Low
  pulsa[1] = TCNT1;     //menyimpan data timer di var. Pulsa[1]
  pulsax = (float)pulsa[0] * 65535 * 0.5 + (float)pulsa[1] * 0.5;
  j_depan = pulsax/4.92;
  if (j_depan<=3){j_depan=3;}
  if (j_depan>=250){j_depan=250;}
  delay_us(300);
}
```

Perhitungan nilai *error* menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\%Error = \frac{\text{Jarak sensor} - \text{Jarak sebenarnya}}{\text{Jarak sebenarnya}} \times 100\%$$

Pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut ini adalah hasil ujicoba pembacaan jarak sensor *UltrasonicSRF04*.

Tabel 1. Data Pembacaan Jarak Sensor *UltrasonicSRF04* Depan

No	Jarak pada sensor (Cm)	Jarak sebenarnya (Cm)	% error
1	16	15	0,067
2	31	30	0,033
3	62	60	0,033
4	92	90	0,022
5	152	150	0,013

Tabel 2. Data Pembacaan Jarak Sensor *UltrasonicSRF04* belakang

No	Jarak pada sensor (Cm)	Jarak sebenarnya (Cm)	% error
1	16	15	0,067
2	31	30	0,033
3	62	60	0,033
4	92	90	0,022
5	152	150	0,013

Dari pengujian sensor ultrasonik didapat bahwa masih terdapat selisih antara pengukuran jarak sebenarnya dengan jarak yang terukur menggunakan sensor ultrasonik. Salah satu hal yang menyebabkan ini bisa terjadi karena pada saat *timer* pada mikrokontroler yang menghitung pulsa *pwm* (*Pulse With Modulation*) pada keluaran pin *echo* sensor ultrasonik pada saat itu bekerja kurang presisi

### B. Pengujian Sensor *Thermal Array TPA81*

Sensor TPA 81 digunakan untuk mendeteksi panas pada jarak 2m yang tidak terpengaruh oleh cahaya luar. Sensor ini dalam robot difungsikan untuk mendeteksi posisi lilin. Pengujian sensor TPA 81 dilakukan dengan menggunakan rangkaian minimum sistem dimana hasil pembacaan Sensor TPA 81 tersebut ditampilkan pada LCD 2x16. TPA81 dapat mendeteksi suhu pada 8 titik sekaligus. Karena didalam TPA81 terdapat 8 buah sensor *thermopile* yang masing-masing memiliki sudut pandang  $5,12^0$  terhadap sumbu horizontal dan 6 derajat terhadap sumbu vertikal. Jadi total sudut pandangnya adalah 41 derajat untuk horizontal dan 6 derajat untuk vertikal.

Tabel 3. Data Pengujian Sensor TPA-81

Jarak	Data Sensor per pixel (desimal) <sup>0</sup> C							
	1	2	3	4	5	6	7	8
2	11	16	16	16	15	15	16	16
	2	5	6	2	9	7	5	3
3	87	14	16	16	16	15	11	83
		1	9	4	0	9	1	
20	33	35	36	41	15	53	37	35
					3			

Dari tabel 3 diatas dapat disimpulkan posisi lilin semakin dekat dengan sensor, nilai suhu yang terukur semakin besar.

### C. Pengujian komunikasi USART dan I2C

Pada ujicoba ini akan dilakukan pengambilan data untuk respon pergerakan robot menggunakan komunikasi USART dan I2C dengan melakukan 5 kali percobaan pada panjang lintasan yang berbeda yaitu 2 meter dan 4 meter dengan jarak robot berhenti 35 cm dari dinding atau penghalang. Hasil pengujian diplot pada tabel 4 dan 5.

Dari hasil ujicoba I2C diperoleh jarak yang tidak sesuai dengan keinginan atau error yang besar. Hal ini karena pada saat robot berhenti

masih ada putaran sisa dari motor DC sehingga robot tidak berhenti pada posisi yang diinginkan tetapi posisi robot sedikit lebih maju. Dan dari ujicoba I2C proses pembacaan sensor lebih stabil.

Tabel 4. Perbandingan komunikasi I2C dan USART Pada Lintasan 2 Meter

Jarak yang diinginkan (cm)	Jarak saat robot berhenti (cm)	
	I2C	USART
35	19	52
35	19	48
35	16	16
35	16	47
35	18	51

Tabel 5. Perbandingan komunikasi I2C dan USART Pada Lintasan 4 Meter

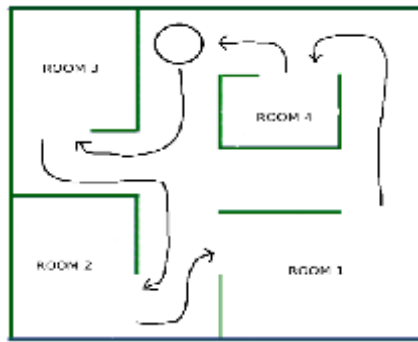
Jarak yang diinginkan (cm)	Jarak saat robot berhenti (cm)	
	I2C	USART
35	14	93
35	13	98
35	14	97
35	14	43
35	15	42

Sedangkan pada pengujian USART menggunakan program kontrol yang sama terjadi error yang sangat besar karena proses pengiriman data yang tidak stabil sehingga pada saat terjadi getaran pada robot nilai yang dihasilkan sensor juga berubah sangat jauh dari keadaan sebenarnya.

### D. Pengujian Sistem Robot Secara Keseluruhan

Pengujian sistem robot dilakukan untuk mengetahui keberhasilan robot yang dibuat. Pengujian ini dibagi 2 tahap yaitu pengujian untuk melakukan sekali putaran dan diukur waktu dari robot itu dan keberhasilan memadamkan api. Pengujian ini menggunakan 2 metode yaitu dengan komunikasi USART dan komunikasi I2C, dan hasilnya dibandingkan. Lapangan pengujian seperti pada gambar 9 dengan panjang lintasan 2264 cm.

Dari hasil percobaan didapatkan waktu tempuh robot untuk 1 kali lintasan dengan menggunakan komunikasi I2C lebih baik daripada menggunakan komunikasi USART.



Gambar 9 Algoritma Pergerakan Robot[8]

Adapun hasil pengukuran diplot pada tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan waktu tempuh lintasan dengan komunikasi I2C dan USART

Jarak (cm)	Waktu tempuh robot dengan komunikasi	
	I2C	USART
2264	57 detik	80 detik
2264	56 detik	79 detik
2264	58 detik	76 detik
2264	60 detik	83 detik

Sedangkan percobaan untuk memadamkan api didapatkan data dari 10 kali percobaan, 7 kali berhasil dan 3 kali gagal. Kegagalan robot dikarenakan robot berputar dan roda robot yang menyangkut pada dinding.

## V Kesimpulan

Dari hasil pengujian robot, baik pengujian mekanik, elektrik maupun software disimpulkan sebagai berikut:

1. Waktu tempuh robot robot untuk 1 kali lintasan dengan menggunakan komunikasi I2C lebih baik daripada menggunakan komunikasi USART, dengan perbandingan 1:1,3.
2. Tingkat keberhasilan robot memadamkan api sekitar 70%.
3. Komunikasi robot menggunakan I2C (*Inter Integrate Circuit*) lebih kompleks dalam proses pengaturan *register* pengaktifan komunikasi I2C pada *microcontroller* dan pengaturan *register fuse bit* pada *microcontroller* agar setiap *microcontroller* dapat saling berkomunikasi dengan sistem komunikasi I2C. Pada sistem komunikasi I2C hasil ujicoba pengolahan data sensor lebih stabil dan respon terhadap pergerakan robot lebih stabil.

4. Komunikasi robot menggunakan USART pengaturannya sudah tersedia pada *software Codevision AVR* sehingga lebih mudah dalam penerapan sistem komunikasi USART ini. Tetapi respon pengolahan data sensor yang dihasilkan tidak stabil karena proses pembacaan program tidak berlangsung terus menerus. Karena pada proses USART jika antar *microcontroller* tidak merespon maka proses akan terhenti dan hal ini sangat berpengaruh pada respon pergerakan robot

## VI. Referensi

- [1] <http://i2c2p.twibright.com> diakses tanggal 18 Juni 2014.
- [2] <http://www.engineersgarage.com> diakses tanggal 20 Juni 2014
- [3] <http://robot-electronic.co.uk> diakses tanggal 1 Juli 2014
- [4] <http://indo-ware.com> diakses tanggal 25 Juni 2014
- [5] <http://www.electricly.com> diakses tanggal 4 Juli 2014
- [6] ....., 200, Datasheet\_TPA-81. <[http://www.activerobots.com/products/ccessories/sensors.h ml](http://www.activerobots.com/products/ccessories/sensors.html)>
- [7] ....., 2003, SRF04, <URL: <http://www.parallax.com/>>
- [8] Panduan Kontes Robot Cerdas Indonesia 2013, <URL: <http://www.kri.or.id/>>